

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

EFEITOS DA ASSOCIAÇÃO ENTRE *Enchenopa brasiliensis* (HOMOPTERA:
MEMBRACIDAE) E FORMIGAS NA HERBIVORIA DE *Solanum lycocarpum*
(SOLANACEAE “LOBEIRA”)

Fabiane Sebaio

Profº Dr. Kleber Del-Claro

Monografia apresentada à Coordenação do
Curso de Ciências Biológicas, da Universidade
Federal de Uberlândia, para a obtenção do grau
de Bacharel em Ciências Biológicas.

Uberlândia – MG
Fevereiro - 1999

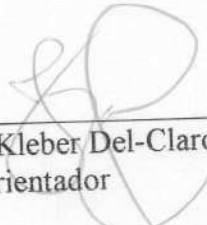
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS


EFEITOS DA ASSOCIAÇÃO ENTRE *Enchenopa brasiliensis* Strümpel
(HOMOPTERA: MEMBRACIDAE) E FORMIGAS NA HERBIVORIA DE
Solanum lycocarpum St. Hill, 1833 (SOLANACEAE "LOBEIRA")

Fabiane Sebaio

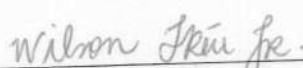
APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA EM 12 / 02 / 99

Nota 100


Prof. Dr. Kleber Del-Claro
Orientador


Universidade Federal de Uberlândia
Centro de Ciências Biomédicas
Prof.^a Ana Maria Coelho Carvalho
Laboradora do Curso de Ciências Biológicas

Prof. Dr. Paulo Eugênio M. de Oliveira
Co-orientador


Mestrando Wilson Fernandes Reu Junior
Co-orientador

Uberlândia, 12 de fevereiro de 1999

Me dá uma tristeza no
peito, não tem outro jeito
o remédio é chorar. Eu
choro baixinho, no braço do
pinho e suponho no á. Mas
as veis que eu suponho, eu
penso que é um sonho e
tudo é reá. A estrada da
vida tornou-se guarida sem
te outra iguá.

(‘José Hélio Sebaio’)

A Francisco de Assis Almeida Júnior

e aos meus pais

José Hélio Sebaio e Aranice de Souza Sebaio

AGRADECIMENTOS

A DEUS pela vida e pelos mistérios da "natureza perfeita",
meu objeto de trabalho e lazer.

Aos meus pais pelas **CHINELADAS E CONVERSAS KILOMÉTRICAS** que eu nunca entendia a razão e olha no que resultou: essa pessoinha linda, educada, simpática, **BIÓLOGA**... Muito obrigada.

Ao Chiquinho (Minha Felicidade) por sempre **CONFIAR** mais em mim do que eu mesma. E pelo computador, é claro (dele dependeu três monografias e uma licenciatura inteira). Pingo, Gre-Gre e eu agradecemos de todo coração.

Aos meus dois companheiros de brigas, entendimentos e muito amor, **MEUS IRMÃOS** (Totô e Dalda), aconteça o que acontecer sempre estaremos juntos. Eu amo vocês.

Ao meu vô e a minha vó. Vocês me ensinaram a **AMAR** de um jeitinho diferente.

Ao Vim e ao Atinho, jamais vou esquecer as **BARATAS** do 'muquifu' e também o apoio que vocês me deram, bem lá no início, quando eu ainda fazia cursinho.

À dona Glória e ao seu Francisco. Obrigado pela fiel, sincera e eterna torcida. "Por favor, alguém pode me buscar na **RODOVIÁRIA**"?. Ah!!, não poderia deixar de agradecer mais uma vez pelo filho que vocês trouxeram ao mundo e que hoje é meu grande amor.

Às minhas duas afilhadas **DALDA** e **ISABELA** (Ah!, à Leilinha por, juntamente com o 'Vim' e o **DESCUIDO**, me darem essa alegria), por tornarem o meu mundo ainda mais feliz.

Amandinha, (Obrigado pela força) que Deus te ilumine sempre. Sem você o mundo seria, com certeza, menos colorido. "... **AMANHÃ TEM BOLO PARA BREAR**, se não aparecer, já sabe..., adeus emprego.

À tia Elza e ao tio "**RATÃO**" pela força nas horas certas. Amo vocês.

Ao seu Eurídes e à dona Souza, ah!, desculpa (graças ao **RESUMO**, né!). À dona Eurídes e ao seu Souza por me aceitarem como vizinha e pelo amor e compreensão que sempre recebi de vocês.

À turma dos trabalhos **PARALELOS**, Louis (minha irmã gêmea e loira), Léo ("dexa" eu viver) e Jerry (tem muito perninho aí?, e cogumelinho? Ah!, como vão as capivaras?), obrigada por me aguentar. Sei que não foi fácil me ouvir reclamar (sem parar) quando eu estava com "raiva" e cantar e assobiar nas horas de alegria. É o que diz a velha frase: "um por todos e todos por um". Só um lembrete: **-ESSA PANELA DE FEIJÃO NÃO ESTAVA AQUI! -NEM ESTA PISTA DUPLA!.....**". Já sinto **SAUDADES**, inclusive das brigas.

À Elis e à Geni, por me desviarem do caminho do "bem" (O Kleber que as perdoe!). Elis **REGASSEIRA**, qual será a próxima idéia maluca. Geni, leia e lembre sem rir: **BOA SORTE**

ÍNDICE

RESUMO	vii
1~INTRODUÇÃO	01
1.1 Objetivos.....	04
2~MATERIAL E MÉTODOS	05
2.1 <i>Solanum lycocarpum</i> St. Hil, 1833 (Solanaceae) como objeto de estudo.....	05
2.2 Área de estudo.....	06
2.3 Clima	06
2.4 Testes experimentais	10
3~RESULTADOS	12
3.1 Espécies de formigas presentes em <i>Solanum lycocarpum</i>	12
3.2 Espécies de herbívoros presentes em <i>Solanum lycocarpum</i>	13
3.3 Herbivoria média nos diferentes meses.....	13
4~DISCUSSÃO	17
5~CONCLUSÃO	22
6~REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

RESUMO

A hipótese que formigas podem proteger, indivíduos de *Solanum lycocarpum* infestados por *Enchenopa brasiliensis*, contra herbívoros, diminuindo a herbivoria e que diferentes espécies de formigas podem proporcionar benefício diferencial para a planta foi investigada durante o período de março à novembro de 1996. *Solanum lycocarpum* é visitada durante o dia por aproximadamente cinco espécies de formigas, principalmente as do gênero *Camponotus*. Plantas, infestadas por homópteros, atendidos por *Camponotus rufipes* apresentaram menor quantidade de herbívoro, principalmente hemípteros sugadores. Isso ocorreu, provavelmente por essa ser a espécie de formiga mais agressiva e exibir um comportamento de patrulhamento sobre toda a planta. Ao contrário de outros estudos, os resultados obtidos não mostraram que a planta hospedeira obtem algum benefício com a presença das formigas. Alguns fatores como a densidade de formigas e a grande quantidade de insetos fitófagos podem estar agindo quando não há benefício para a planta hospedeira. Os resultados aqui obtidos não concordam com outros estudos que a associação entre homópteros e formigas trariam algum benefício para a planta hospedeira. No entanto, outros parâmetros como a medida de frutos produzidos por botões formados, estudos de fenologia do crescimento da planta e investigações sobre a folivoria causada por insetos fitófagos devem ser realizadas para uma melhor compreensão dos possíveis benefícios que as formigas podem oferecer às plantas de *Solanum lycocarpum*.

Palavras-chave: *Solanum lycocarpum*, *Enchenopa brasiliensis*, Interação inseto-planta, Herbivoria.

1 ~ INTRODUÇÃO

Mutualismo pode ser definido como uma rede mútua de benefícios na qual membros de duas espécies tem um aumento no seu valor adaptativo quando elas estão juntas e esse valor diminui quando elas se encontram separadas. Estas são interações comuns e importantes em comunidades naturais, particularmente em ambientes tropicais (Bronstein 1998).

A atenção voltada a trabalhos que tratam sobre interações mutualísticas tem aumentado nas últimas décadas, sendo os resultados mais expressivos relatados nos últimos anos (Barton 1986; Bronstein 1994, 1998; Buckley 1983, 1987ab; Del-Claro *et al.* 1996; Oliveira 1997; Koptur *et al.* 1998ab; Rico-Gray *et alli.* 1998). Interações com formigas são comuns em muitas comunidades de plantas sendo importantes na defesa contra herbívoros (Del-Claro *et al.* 1996) e consequentemente, na diminuição da herbivoria. A perda de tecidos vegetais por herbivoria pode resultar em diminuição da produtividade da planta (Coley & Barone⁽²⁾ 1996). Marquis⁽³⁾ (1984), num experimento em que provocou a desfoliação artificial de plantas da espécie *Piper arieianum*, simulando os

efeitos da herbivoria, obteve dados que indicam que um aumento na herbivoria produz: redução no crescimento, mudança no período de floração e redução da viabilidade das sementes. Além disso, a herbivoria pode também, reduzir a longevidade da folha (Janzen⁽¹⁴⁾ 1980), o que é refletido numa perda adicional de material fotossintético.

[Em florestas tropicais, a relação evolutiva entre herbívoros e plantas tem resultado em uma ampla variedade de interações e adaptações. A pressão dos herbívoros tem levado à evolução de defesas químicas - compostos secundários, defesas mecânicas ou morfológicas - dureza das folhas, tricoma ou defesas bióticas - associações com outros organismos (Crawley 1983; Futuyma 1992; Coley & Barone 1996). Nessa última, as plantas podem fornecer como recompensa à espécie de animal associada, local para nidificação - como troncos ocos, domátias, ramos mortos (Bequaert 1922; Janzen 1966) e/ou alimento- exsudações ou corpúsculos nutritivos (Janzen 1966; Bentley 1977a; Keeler 1989).]

Além disso, vários animais podem interagir com outros e seus efeitos para a planta hospedeira podem não ser independentes (Horvitz & Schemske 1984). Assim, nessas interações com mais de dois níveis tróficos podem resultar em efeitos positivos e/ou negativos sobre os indivíduos envolvidos na relação (Heithaus *et al.* 1980). Por exemplo, predação de sementes por roedores é um fator que favorece a evolução de interações mutualísticas entre sementes e formigas (Heithaus *et al.* 1980; O'Dowd Hay 1980), a herbivoria favoreceu a produção de néctar extrafloral pelas plantas atraindo himenópteros (formigas e vespas) que regularmente predam os herbívoros (Price 1980).]

[Interações entre homópteros e formigas tem sido freqüentemente apontadas como mutualísticas (Way 1963; Boucher⁽²³⁾ *et al.* 1982; Addicott 1985) e essas associações são aparentemente comuns no cerrado (Lopes⁽²⁴⁾ 1984) representando um excelente objeto de estudo para uma melhor compreensão de como interações entre três ou mais níveis tróficos

podem se manter na natureza (Del-Claro & Oliveira 1993, 1996, 1999; Price 1980). A proteção contra predadores e parasitas parece ser o principal benefício que as formigas podem fornecer aos homópteros (Way 1954; Bristow 1984; Buckley 1987ab). Homópteros, como insetos sugadores de seiva de planta, exsudam um líquido composto por uma variedade de substâncias químicas principalmente água, açúcares e aminoácidos (Auclair 1963; Hölldobler & Wilson 1990). Esse líquido atrai muitas espécies de formigas que passam a atender os homópteros e alimentar-se desse exsudato (Way 1963; Buckley 1987ab; Cusham & Whitham 1991).

Embora homópteros possam ser considerados como uma das maiores pragas de várias espécies de plantas, quando interagindo com formigas, a relação estabelecida entre a planta, o homóptero e a formiga pode ser mutualística para os três membros da interação (Way 1963; Wilson 1971; Hölldobler & Wilson 1990). Formigas atendentes de homópteros podem indiretamente beneficiar sua planta hospedeira através da proteção contra outros herbívoros. Isso ocorre quando o benefício conferido excede o custo da infestação pelos homópteros (Messina 1981; Buckley 1987ab; Compton & Robertson 1988). Floate e Whitham (1994) demonstraram que o afídeo *Chaitophorus populicola* que ocorre em plantas do gênero *Populus*, atraem formigas as quais reduzem significativamente a herbivoria pelo besouro folívoro *Chrysomela confluenta*.

O benefício varia espacial e temporalmente entre as plantas e depende largamente da habilidade de proteção das formigas visitantes (Bristow 1984; Cushman & Addicott 1991; Buckley 1987ab). Del-Claro (1999) observou 21 espécies de formigas atendendo ao homóptero *Guayaquila xiphias* F. (Membracidae), havendo troca entre espécies diurnas e noturnas em uma mesma planta de *Didymopanax vinosum* Mart (Araliaceae). Horvitz e Schemske (1984) mostraram que oito espécies de formigas em associação facultativa com

Calathea avandensis (Marantaceae) diferem em sua habilidade de proteção contra herbívoros.

1.1 Objetivos

Verificar na associação entre o membracídeo *Enchenopa brasiliensis* e formigas em plantas de *Solanum lycocarpum* :

1. os efeitos dessa associação sobre os herbívoros;
2. os efeitos sobre a herbivoria da planta hospedeira;
3. se diferentes espécies de formigas proporcionam um benefício diferencial para a planta hospedeira.

2~ MATERIAL E MÉTODOS

2.1 *Solanum lycocarpum* St. Hil, 1833 (Solanaceae) como objeto de estudo

A família Solanaceae compreende cerca de 2600 espécies que podem ser encontradas em todos os continentes. No entanto, a maior concentração destas plantas se encontra particularmente na Austrália, América Central e América do Sul. Dos 90 gêneros que fazem parte da família Solanaceae pelo menos 56 estão espalhados na América do Sul. Os representantes comestíveis mais conhecidos são: tomate, batata, beringela fazendo parte da nossa alimentação diária (Domingues 1995).

Solanum lycocarpum, também conhecida como 'Lobeira' ou 'Fruta de Lobo' (Figura 01), é uma planta perene, arbustivo-arbórea, com até 3.5m de altura, ramificada com caule tortuoso e armado de acúleos com reprodução por sementes (Lorenzi 1982). É uma espécie invasora em áreas perturbadas pelo homem e em pastagens. Produz flores e frutos durante todo o ano, florindo principalmente logo após o início das chuvas em setembro (Oliveira-Filho 1988). Previamente observamos que estas plantas podem ser infestadas pelo membracídeo *Enchenopa brasiliensis*, Strümpel. Esse, mede

aproximadamente 0.8cm quando adulto. As ninfas, geralmente, encontradas em agrupamentos permanecem nas partes apicais da planta e na face abaxial das folhas. Estas possuem cor esverdeada e o adulto possui o corpo de tonalidade pardo (Observação pessoal).

2.2 Área de Estudo

Os dados foram coletados na Fazenda Experimental do Glória (Figura 02), pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, situada no município de Uberlândia, MG, Brasil (48° 13'W, 18° 52'S; altitude = 850m), à 12 Km da periferia da cidade. Possuindo uma área de 685ha, a maior parte da Fazenda é destinada a atividades agropastoris. Uma pequena reserva de mata mesófila com cerca de 30 ha, protege as nascentes e as margens do Córrego do Glória (Araújo 1997; Embrapa 1982). Para o presente estudo foi amostrado uma área de aproximadamente 1000m² adjacente à mata caracterizada como uma área de pastagem (Figura 02).

2.3 Clima

O clima da região é do tipo Aw megatérmico (segundo a classificação de Köppen), com duas estações muito bem definidas: com chuvas concentradas na estação mais quente e as médias das temperaturas mínimas sempre superior à 18° (Rosa *et al.* 1991).

Para caracterização do clima no período de estudo, foram utilizados dados mensais de temperatura média e de precipitação pluviométrica relativos ao período de março à dezembro de 1996 (Figura 03). Os dados foram coletados na Estação de Climatologia e cedidos pelo Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Uberlândia.

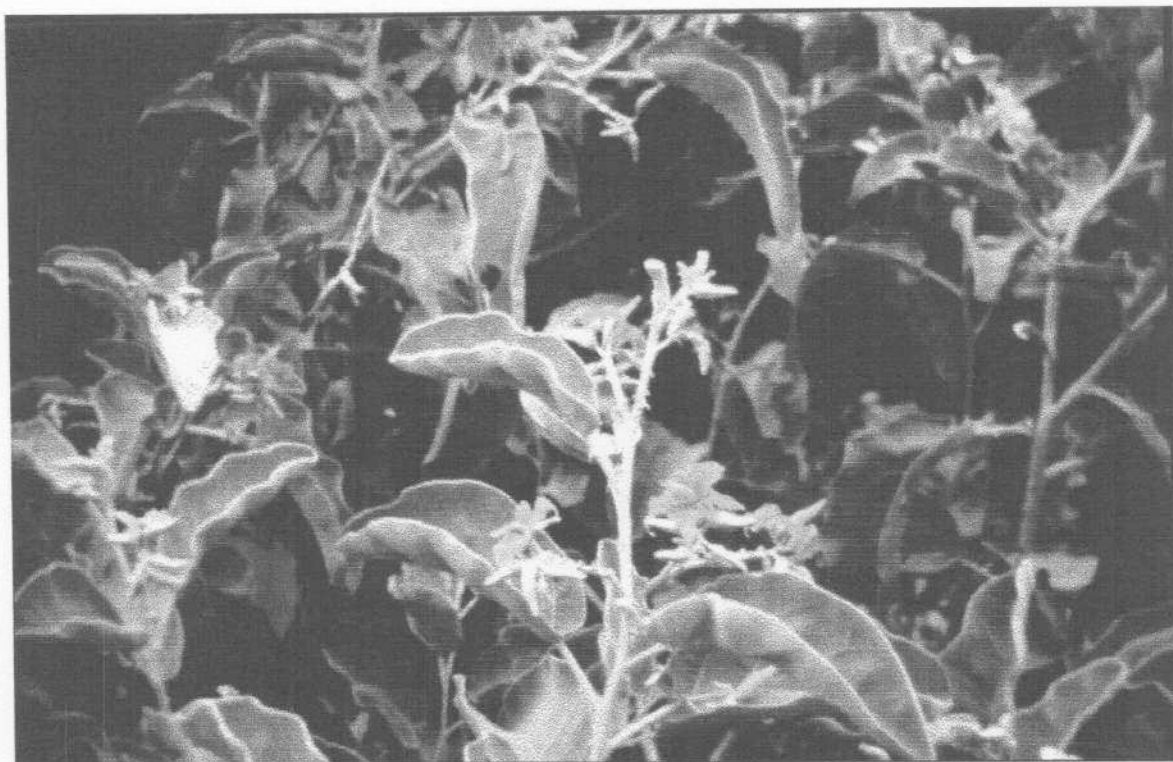


Figura 01: *Solanum lycocarpum* (Solanaceae) popularmente conhecida como “lobeira”.

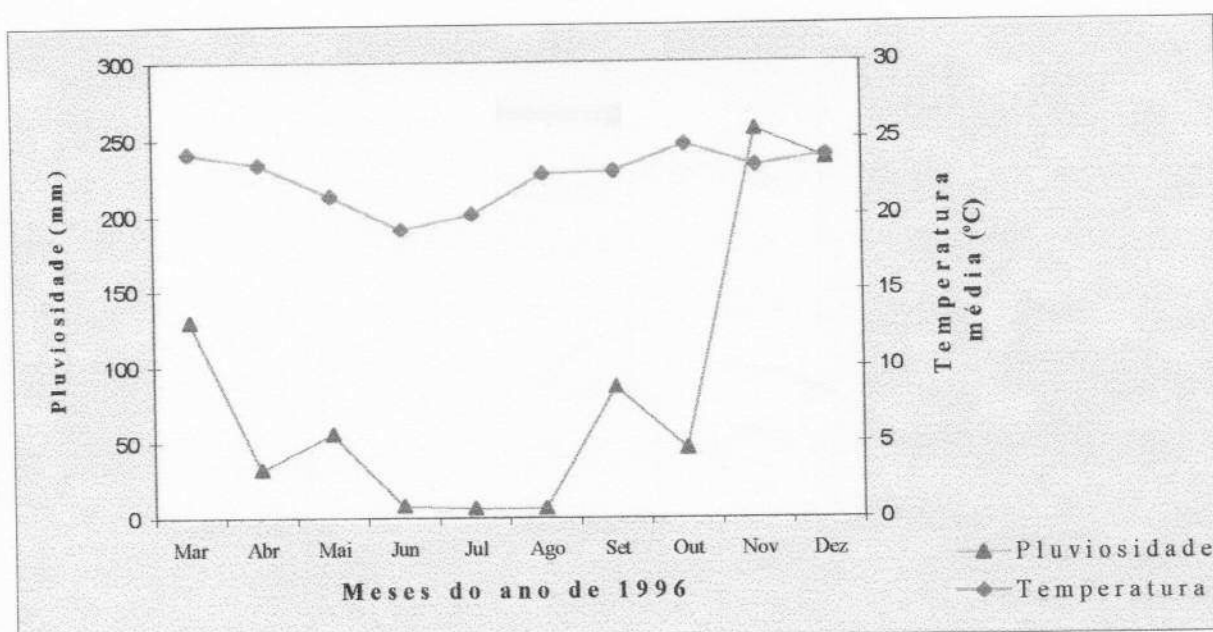


Figura 03: Diagrama climático para a Fazenda Experimental do Glória entre os meses de março à dezembro de 1996. Os dados foram obtidos no Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Uberlândia (Departamento de Geografia/Estação de Climatologia da UFU).

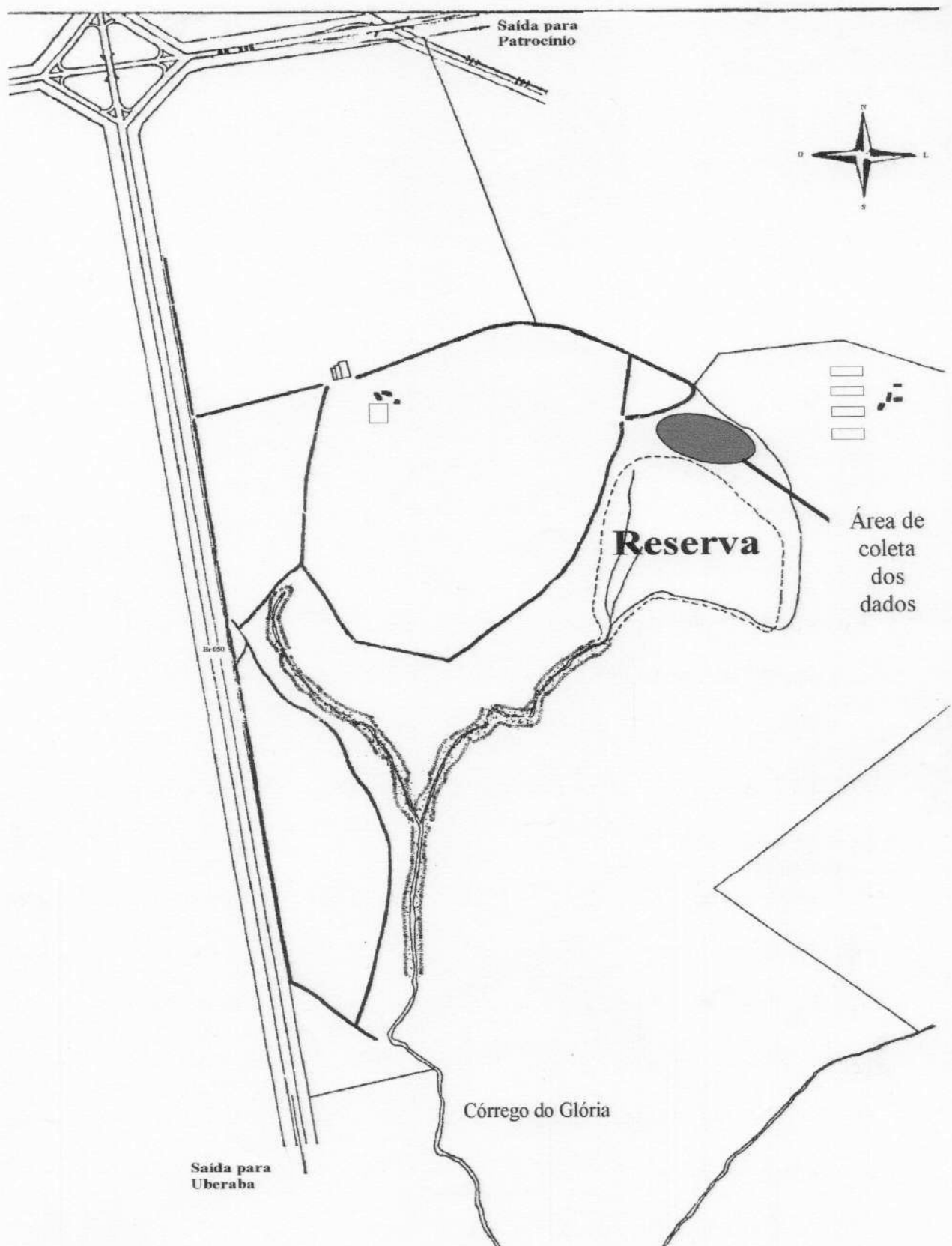


Figura 0 : Mapa de localização da Fazenda Experimental do Glória, no município de Uberlândia, MG, com destaque para a área de estudo. Cedido pelo departamento de Cartografia da Universidade Federal de Uberlândia, MG.

2.4 Testes experimentais

Em março de 1996 foram marcadas 38 plantas de *S. lycocarpum* entre 1-2 m de altura, apresentando aparentemente o mesmo estado fenológico, todas infestadas pelo homóptero *Enchenopa brasiliensis*, Strümpel (Membracidae). Para determinar os efeitos da associação entre formigas e o homóptero, as plantas foram divididas em dois grupos: plantas controle (n=27)- mantidas em seu estado natural e plantas tratamento (n=11)- receberam no caule, a uma altura de 15cm do solo, uma aplicação da resina "Tanglefoot" (The Tanglefoot® Company, Grand Rapids, Michigan), inócua para as plantas, que age como uma barreira física impedindo o acesso das formigas. Qualquer tipo de substrato que pudesse ser usado pelas formigas para subir nas plantas como, por exemplo, gramíneas e ramos de outras plantas, foi removido. Todas as formigas presentes nas plantas desse grupo, no momento da aplicação da resina, também foram removidas. Semanalmente, todas as plantas do grupo tratamento foram vistoriadas, com a finalidade de manter o isolamento de formigas às plantas.

Para calcular a herbivoria média em cada planta, foram coletadas em março de 1996, nove folhas (três do ápice, três do meio e três da base) das 38 plantas. Esse mesmo procedimento foi realizado novamente em novembro (2ª coleta) do mesmo ano. Para medir a taxa de dano foliar causada pelos herbívoros, utilizou-se uma grade milimetrada. Inicialmente fez-se a contagem de todos os pontos contidos dentro de toda a área foliar, em seguida, contou-se os pontos dos orifícios (região herbivorada) presentes na folha. A taxa de herbivoria é dada pela razão entre o número de pontos na área danificada pela área total da folha. A herbivoria de cada planta é dada pela herbivoria média das folhas coletadas. Foram registradas, semanalmente, durante todo o experimento, as espécies de formigas presentes nas plantas controle. Assim como, quantificados e qualificados os herbívoros

presentes nos dois grupos de planta (controle e tratamento). Formigas e herbívoros foram coletados em plantas não experimentais, para posterior identificação.

2.5 Testes estatísticos

Foram empregados dois testes para análise dos dados:

- Teste Mann-Whitney, U-test, para comparação da quantidade de herbívoros nas diferentes plantas;
- ANOVA para medidas repetidas, para análise da taxa de herbivoria.

3 ~ RESULTADOS

3.1 Espécies de formigas presentes em *Solanum lycocarpum*

Foram observadas 5 espécies de formigas diurnas visitando *S. lycocarpum* (Figura 04). No primeiro dia do experimento foram marcadas plantas do grupo controle possuindo formigas das espécies *Ectatomma quadridens* (Ponerinae), *Camponotus rufipes* e *Camponotus crassus* (Formicinae). Outras espécies de formigas associadas aos homópteros nessas plantas, observadas durante o experimento foram: *Camponotus abdominalis* (Formicinae) presentes em uma planta onde predominava *Ectatomma quadridens* e *Crematogaster* sp (Myrmicinae) em plantas com predomínio de *Camponotus crassus*.

Na figura 04, observa-se que *C. crassus* foi a espécie mais abundante, estando presente em associação com outras formigas em 74,06% (n=18) das plantas do grupo controle. *C. rufipes* e *E. quadridens* quando em associação com outras formigas foram predominantes. *C. rufipes* foi encontrada em maior quantidade em 44,44% (n=12) das plantas e *E. quadridens* em 37,05% (n=10). Não foi observada a ocorrência dessas duas formigas numa mesma planta.

3.2 Espécies de herbívoros presentes em *Solanum lycocarpum*

Morfoespécies diferentes de herbívoros foram observadas nas plantas, destacando-se principalmente os insetos da ordem Hemiptera (Figura 05). Uma espécie de Thysanoptera, *Frankliniella fulvipes* e dois coleópteros: *Brachypnoca* sp (Chrysomelidae) e um Staphylinidae.

Em geral plantas com formigas tiveram menos herbívoros que plantas tratamento ($U = 73,5$; $Z = -2,41$; $p = 0,01$ Mann-Whitney, U-test). Nas plantas com *E. brasiliensis* (Figura 06) atendidos por *C. rufipes*, o número de herbívoros foi significativamente menor ($U = 18,0$; $Z = -3,09$; $p = 0,001$ Mann-Whitney, U-test) que em todos os outros grupos. Nas plantas que possuíam *E. quadridens* o número de herbívoros não foi significativamente menor ($U = 36,5$; $Z = -0,9876$; $p = 0,3233$ Mann-Whitney, U-test) em relação às plantas sem formigas (Tabela 01).

3.3 Herbivoria média nos diferentes meses

Pode-se observar na Figura 07, que de maneira geral o grau de herbivoria diminuiu em todas as plantas independente do tipo de associação, ou seja, não houve diferença estatística entre o primeiro e o último dia do experimento ($F = 0,033$; $p = 0,85$ ANOVA). Assim como, também não houve diferença ($F = 0,014$; $p = 0,74$ ANOVA) entre as plantas com *E. quadridens* e *C. rufipes* em relação à herbivoria (Figura 07).

Não foi possível a análise comparativa da herbivoria com as formigas da espécie *Camponotus crassus*, devido ao número amostral pequeno ($n=5$).

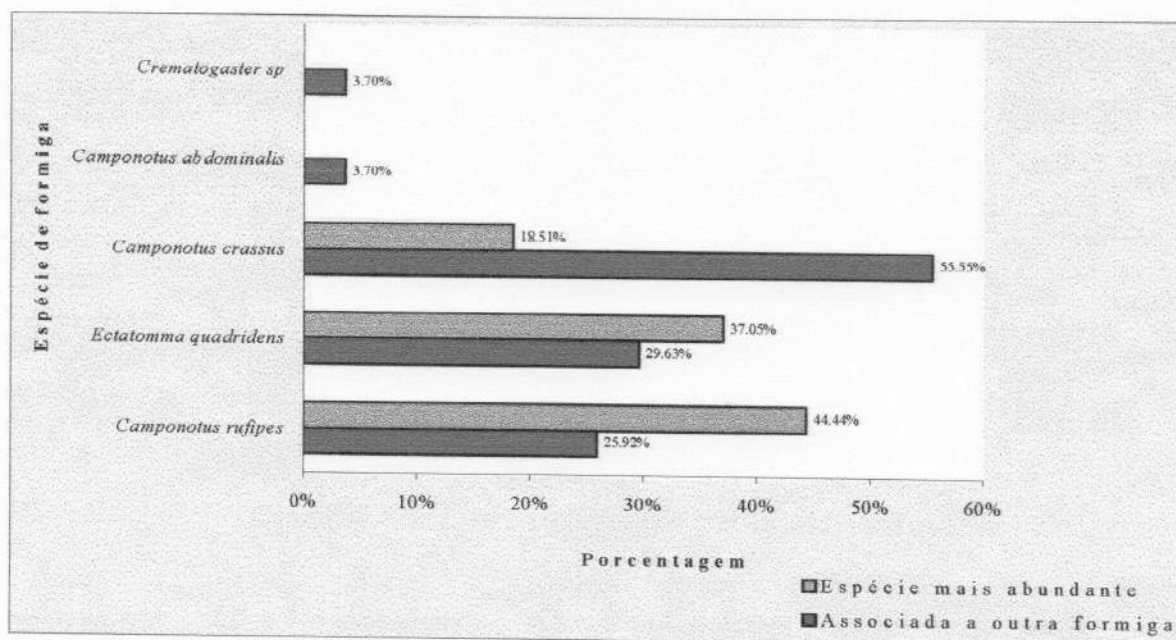


Figura 04: Formigas diurnas encontradas em *Solanum lycocarpum*, de acordo com sua abundância e ocorrência com outras formigas, no grupo controle (n=27), na Fazenda Experimental do Glória no período de março à novembro de 1996, Uberlândia, MG.

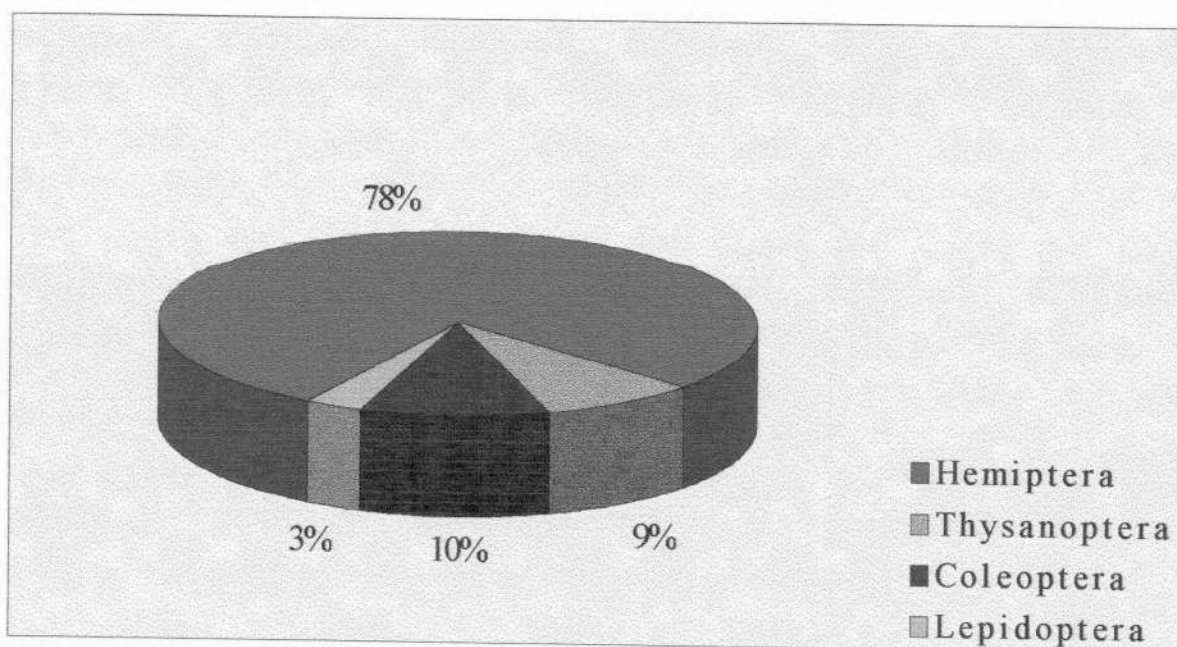


Figura 05: Ordens de herbívoros observados entre os meses de março e novembro de 1996 em *Solanum lycocarpum* (Solanaceae) infestados por *Enchenopa brasiliensis* (Membracidae) atendidos por formigas (n=27 plantas)

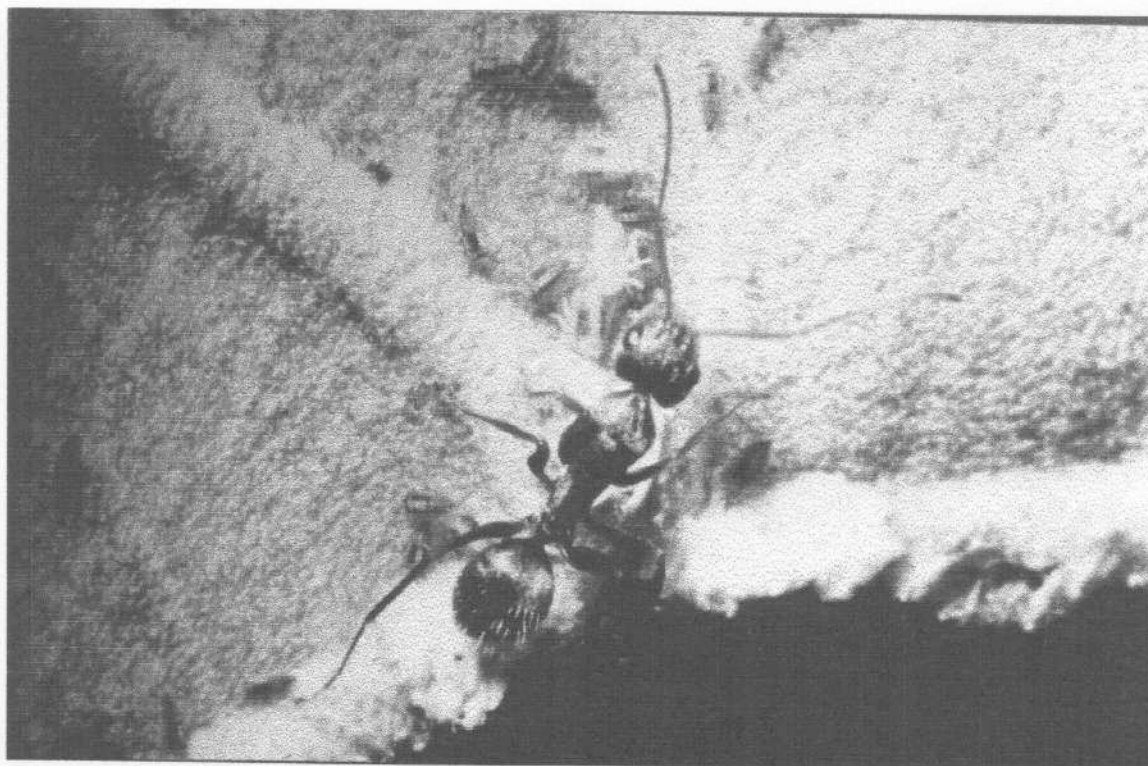


Figura 06: Formiga do gênero *Camponotus* (Formicinae) em *Solanum lycocarpum* (Solanaceae) visitando ninfas de *Enchenopa brasiliensis* (Membracidae) em estágios iniciais de desenvolvimento.

Tabela 01: Número médio de herbívoros observados entre os meses de março e novembro de 1996 em plantas de *Solanum lycocarpum* (Solanaceae)

Grupo	N	Média (%)	Desvio Padrão	Erro Padrão
Plantas sem formigas	11	143.82	94.67	24.01
Plantas com formigas (todas)	27	78.56	124.015	14.01
Plantas com <i>Ectatomma quadridens</i>	11	139.22	196.06	65.35
Plantas com <i>Camponotus rufipes</i>	11	31.08	19.39	5.38

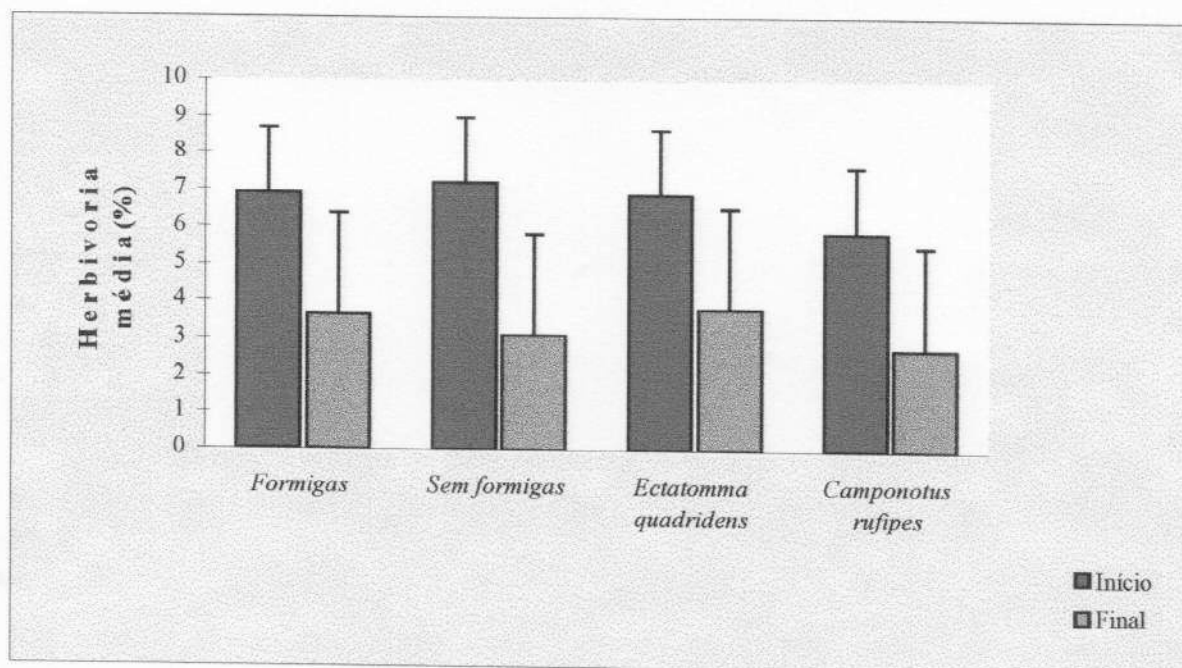


Figura 07: Herbivoria média inicial (março) e final (novembro) nos diferentes grupos de plantas de *Solanum lycocarpum* infestadas por *Enchenopa brasiliensis*, durante o ano de 1996.

4~ DISCUSSÃO

A diminuição significativa na herbivoria média em *Solanum lycocarpum*, onde as formigas aparecem, não corroboraram as observações de Buckley (1987ab), Messina (1981), Dansa & Rocha (1992), Floate & Whitiham (1994), de que as plantas deveriam obter algum benefício pela presença das formigas. Buckley (1983) discute alguns dos mecanismos que podem estar agindo quando não há benefício para a planta hospedeira da interação. Dentre os fatores citados, a densidade de formigas, assim como o comportamento dependendo da espécie, podem ser fatores relevantes (Davidson & McKey 1993).

Em *S. lycocarpum* a diminuição da herbivoria foliar nas plantas sem formigas (grupo tratamento) pode ter ocorrido por dois motivos. Primeiro, a presença de formigas nas plantas controle atraiu uma espécie de herbívoro, lagartas de Lycaenidae (Lepidoptera) que se alimenta de folhas e que também é atendido por formigas (ver Cottrell 1984 e Fiedler 1991). Essas lagartas podem herbivorar a planta comendo folhas e em alguns casos, botões e flores sendo atendidas pelas mesmas formigas que atendem os homópteros

(Hölldobler & Wilson, 1990). Em segundo lugar, poderíamos discutir a maior abundância de herbívoros sugadores (Hemiptera e Thysanoptera), cujo dano não pôde ser medido pela área foliar perdida. Provavelmente, as formigas estão conferindo benefício às plantas, uma vez que arbustos com *C. rufipes* apresentaram significativamente menos herbívoros sugadores em relação aos outros grupos. Assim sendo, medida de folivoria pode não ser o único parâmetro que deva ser analisado quando estudamos herbivoria, pois considera apenas insetos mastigadores. Portanto, número de fitófagos (insetos sugadores) e a produtividade da planta (frutos produzidos por botões formados) devem ser considerados nessas discussões.

Outros motivos como, a competição entre os homópteros e a arquitetura da planta podem ter interferido no resultado, contribuindo para que não houvesse diferença significativa na herbivoria entre os dois grupos de plantas (com e sem formigas). Cushman e Addicott (1989) e Cusham e Whitham (1991) discutem a competição intra e interespecífica entre homópteros pelo atendimento das formigas e mostram fortes evidências que o mutualismo entre homóptero-formiga é condicionado pela presença de afídeos vizinhos que competem pelos serviços das formigas. Devido ao fato da área de estudo possuir uma grande quantidade de indivíduos de *S. lycocarpum* (aproximadamente 1 indivíduo/m²) pode estar havendo competição entre os agrupamentos de homópteros pela atenção das formigas. Isso pode resultar em uma distribuição mais uniforme das formigas entre os indivíduos de *S. lycocarpum*, afetando o benefício que pode ser conferido às plantas, uma vez que o número de formigas por planta será menor quanto maior for a quantidade de indivíduos de *S. lycocarpum* infestados pelo homóptero.

A magnitude do benefício pode estar relacionada também ao tamanho da planta. Segundo Bronstein (1994), em plantas com nectários extraflorais, indivíduos pequenos podem produzir tão pouco recurso que eles fracassam em atrair formigas suficientes para

reduzir significativamente a herbivoria da população. Por outro lado árvores maiores atraem muito mais formigas, mas essas não são capazes de patrulhar toda a planta. No caso de *S. lycocarpum* o recurso que a formiga encontra na planta é o exsudato dos homópteros (Figura 08) que vivem na planta. Como já discutido acima, pode estar havendo maior distribuição dos homópteros nas plantas em agregações menores devido à abundância de indivíduos de *S. lycocarpum* e portanto, o recurso pode não estar sendo suficiente para atrair um número maior de formigas para cada planta individualmente. Além do fato de que o número de formigas de *S. lycocarpum* pode não estar sendo suficiente para patrulhar toda sua estrutura ramificada. Em última análise, há menos formigas por planta para perseguir herbívoros e proteger homópteros quanto maior for a densidade de arbustos infestados por *E. brasilienses*.

No início do experimento, em março, as plantas de cada grupo, com exceção do grupo tratamento, apresentavam em média $2,02 \pm 1,72$ membracídeos por planta. Os membracídeos eram atendidos por poucas formigas neste período, em geral, menos de três indivíduos. Já no final do experimento, em novembro, quando a herbivoria foi menor, as plantas de cada grupo, novamente com exceção do grupo tratamento, apresentaram em média $25,52 \pm 13,03$ membracídeos por planta. Isso reforça a idéia de que a interação entre homópteros e formigas pode ser benéfica para a planta apesar dos homópteros serem o principal herbívoro da planta. Acreditamos que *E. brasiliensis* é pouco prejudicial à planta, pois durante todo o experimento não foi verificado mudança na arquitetura das plantas infestadas, nem grande enrugamento de folhas e a quantidade desses homópteros foi baixa na maior parte do ano.

A observação de que formigas do gênero *Camponotus* foram os visitantes mais freqüentes confirma sua importância na relações com homópteros. (Del-Claro *et al.* 1993, 1996; Davidson 1997; Oliveira & Brandão 1991). Essa importância pode estar sendo

favorecida por três fatores principais: primeiro, a alta abundância natural dessa formiga na vegetação de cerrado (Oliveira & Brandão 1991); segundo, a partir de fevereiro a densidade de homópteros no cerrado aumenta, atraindo mais formigas. A maioria das formigas alimenta-se de recursos líquidos mudando sua fonte de recurso em diferentes estações do ano, de acordo com a disponibilidade (Rico-Gray 1993; Del-Claro 1999); e terceiro, o fato das formigas desse gênero serem generalistas e apresentarem uma grande capacidade competitiva (Davidson & McKey 1993).

No grupo controle, apesar das plantas com *C. rufipes* não apresentarem diferença significativa na herbivoria em relação aos outros grupos, essas tiveram uma abundância significativamente menor de herbívoros. Provavelmente, por essa formiga ser mais agressiva e exibir um comportamento de patrulhamento sobre a planta toda, ela encontra e remove herbívoros com maior eficiência. Ao contrário, *E. quadridens* que também é uma espécie agressiva, despendia a maior parte do seu tempo sobre os homópteros, inspecionando raramente a outras áreas da planta, diminuindo suas chances de encontrar herbívoros.

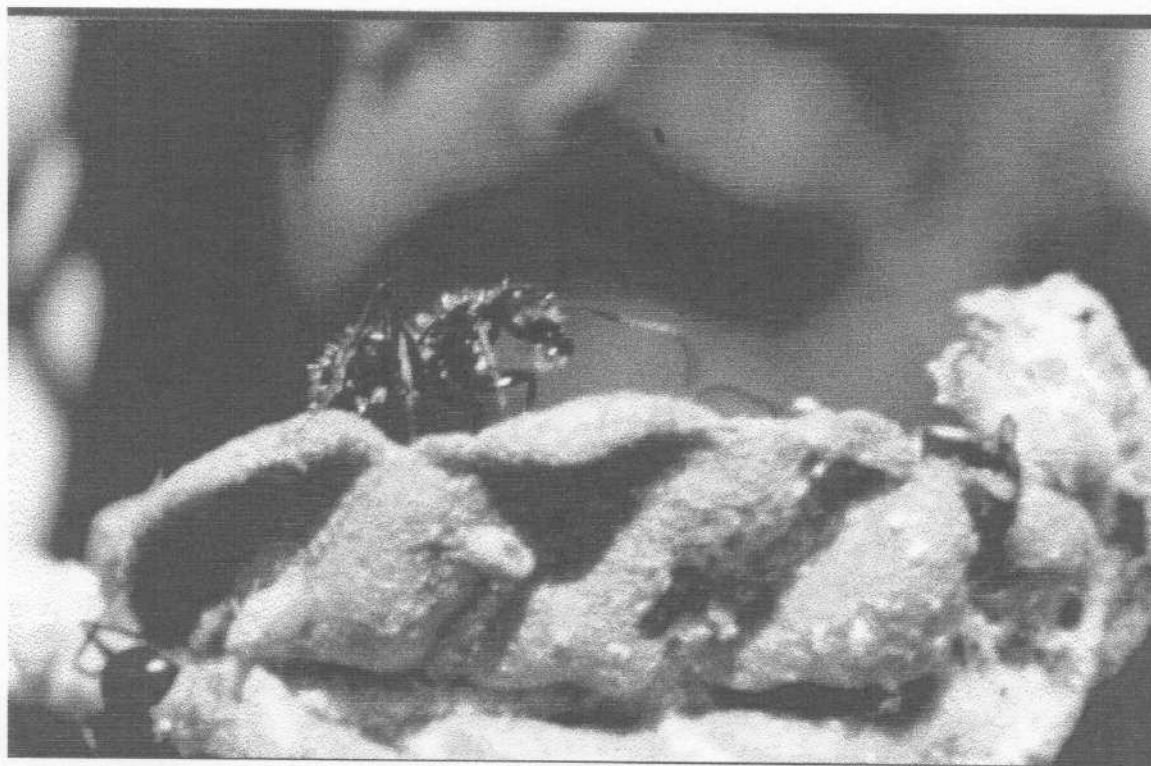


Figura 08: *Camponotus* sp (Formicinae) em *Solanum lycocarpum* (Solanaceae), com gota de exsudato de *Enchenopa brasiliensis* (Membracidae) entre as mandíbulas.

5- CONCLUSÃO

Indivíduos de *S. lycocarpum* nos quais estavam presentes formigas da espécie *C. rufipes* apresentaram menor quantidade de herbívoros. No entanto, quando analisada a taxa de herbivoria causada por herbívoros mastigadores, as formigas não oferecem proteção às plantas de *S. lycocarpum*, independente da espécie de formiga associada.

Para conclusões mais seguras à respeito da proteção que as formigas podem oferecer às plantas, torna-se necessário investigações sobre folivoria causada por insetos fitófagos. Outros parâmetros que poderiam ser utilizados para verificar se as formigas conferem algum benefício as plantas seriam a medida da quantidade de frutos produzidos por botões formados e estudos de fenologia da planta envolvendo seu crescimento.

5~ REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADDICOTT, J. F. (1985) Competition in mutualistic systems. *In*: Boucher, D. H. (ed.): *The Biology of Mutualism*. Oxford University Press, New York, p. 217-247.
- ARAÚJO, G. M. & HARIDASAN, M. (1997) Estrutura fitossociológica de duas matas mesófilas semidecíduas, em Uberlândia, Triângulo Mineiro. *Naturalia* 22: 115-129.
- AUCLAIR, J. L. (1963) Aphid feeding and nutrition. *Annu. Rev. Ent.* 8: 439-490.
- BARTON, A. M. (1986) Spatial variation in the effects of ants on an extrafloral nectary plant. *Ecology* 67: 495-504.
- BENTLEY, B. L. (1977 a) Extrafloral nectaries and protection by pugnacious bodyguards. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 8: 407-427.
- BENTLEY, B. L. (1977 b) The protective function of ants visiting the extrafloral nectaries of *Bixa orellana* (Bixaceae). *J. Ecol.* 65: 27-38.

BEQUAERT, J. (1922) Ants in their diverse relation to the plant world. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 45: 333-583.

BOUCHER, D. H.; JAMES, S.; KEELER, K. D. (1982) The ecology of mutualism. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 13: 315-347.

BRISTOW, C. M. (1984) Differential benefits from ant attendance to two species of homoptera on New York Ironweed. *J. Anim. Ecol.* 53: 715-726.

BRONSTEIN, J. (1984) Conditional outcomes in mutualistic interactions. *Trends Ecol. Evol.* 9: 214-217.

BRONSTEIN, J. (1998) The contribution of ant-plant protection studies to our understanding of mutualism. *Biotropica* 30(2): 150-161.

BUCKLEY, R. C. (1983) Interaction between ants and membracid bugs decreases growth and seed set of host plant bearing extrafloral nectaries. *Oecologia* 58: 132-136.

BUCKLEY, R. C. (1987a) Interactions involving plants, Homoptera, and ants. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 18: 11-138.

BUCKLEY, R. C. (1987b) Ant-plant-homoptera interactions. *Adv. Ecol. Res.* 16: 53-85.

COLEY, P. D. & BARONE, J. A. (1996) Herbivory and plant defenses in tropical forest. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 305-335.

COMPTON, S. R. & ROBERTSON, H. G. (1988) Complex interactions between mutualisms: ants tending homopterans protect fig seeds and pollinators. *Ecology* 69: 1302-1305.

- COTTRELL C. B. (1984) Aphytophagy in butterflies: its relationship to myrmecophily. *Zool. J. Linn. Soc.* 79: 1-57.
- CUSHMAN, J. H. & ADDICOTT, J. F. (1989) Conditional mutualism in a membracid-ant association: temporal, age-specific, and density-dependent effects. *Ecology* 71(4): 1040-1047.
- CUSHMAN, J. H. & ADDICOTT, J. F. (1991) Conditional interactions in ant-plant-herbivore mutualism. In: Huxley, C. R., Cutler, D. F. (eds.): *Ant-plant interactions*. Oxford University Press, Oxford, p. 92-103
- CUSHMAN, J. H. & WHITHAM, T. G. (1991) Competition mediating the outcome of a mutualism protective services of ants as a limiting resource for membracids. *Amer. Nat.* 138(4): 852-865.
- CRAWLEY, M. J. (1983) *Herbivory: the dynamics of animal-plant interactions*. Blackwell Scient. Oxford.
- DANSA, C. V. A. & ROCHA, C. F. D. (1992) An ant-membracid-plant interaction in a cerrado area of Brazil. *J. Trop. Ecol.* 8: 339-348.
- DAVIDSON, D. W. & MCKEY, D. (1993) The evolutionary ecology of symbiotic ant-plant relationships. *J. Hym. Res.* 2: 13-83.
- DAVIDSON, D. W. (1997) The role of resource imbalances in the evolutionary ecology of tropical arboreal ants. *Biol. J. Linn. Soc.* 61: 153-181.
- DEL-CLARO, K. & OLIVEIRA, P. S. (1993) Ant-homoptera interactions: do alternative sugar sources distract tending ants? *Oikos* 68: 202-206.

- DEL-CLARO, K.; BERTO, V. & REU, W. (1996) Effect of herbivore deterrence by ants on the fruit set of an extrafloral nectary plant, *Qualea multiflora* (Vochysiaceae). *J. Trop. Ecol.* 12: 887-892.
- DEL-CLARO, K. (1999) Ecologia da interação entre formigas e *Guayaquila xiphias* (Homoptera: Membracidae) em *Didymopanax vinosum* (Araliaceae). *Biotropica* 31(1): 135-144.
- DOMINGUES, R. C. (1995) Solanáceas. *Natureza* 11(8): 16-24.
- EMBRAPA (1982) Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro. *Boletim Técnico, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos 1*. Rio de Janeiro. p.1-526.
- FIEDLER, K. (1991) Systematic, evolutionary, and ecological implications of myrmecophily within the Lycaenidae (Insecta: Lepidoptera: Papilionoidea). *Bonner Zool. Monogr.* 31: 1-210.
- FLOATE, K. D. & WHITHAM, T. G. (1994) Aphid-ant interaction reduces chrysomelid herbivory in a cottonwood hybrid zone. *Oecologia* 97: 215-221.
- FUTUYMA, D. J. (1992) *Biologia Evolutiva*. Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, Ribeirão Preto.
- HEITHAUS, E. R.; CULVER, D. C. & BEATTIE, A. J. (1980) Models of some ant-plant mutualism. *Amer. Nat.* 116: 347-361.

- HÖLLDOBLER, B. & WILSON, E. O. (1990) *The ants*. Harvard University Press, Cambridge, p.732.
- HORVITZ, C. C. & SCHEMSKE, D. W. (1984) Effects of ants and an ant-tended herbivore on seed production of a Neotropical herb. *Ecology* 65: 1369-1378.
- JANZEN, D. H. (1966) Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. *Evolution* 20: 249-275.
- JANZEN, D. H. (1980) When is it coevolution? *Evolution* 34: 611-612.
- KEELER, K. H. (1989) Ant-plant interactions. In: Abrahamson, W. G. (ed.): *Plant-animal interactions*, McGraw Hill, New York.
- KOPTUR, S.; RICO-GRAY, V. & PALACIOS-RIOS, M. (1998a) Ant protection of the nectaried fern *Polypodium plebeium* in central Mexico. *Amer. J. Bot.* 85(5): 736-739.
- KOPTUR, S.; TRUONG, N. (1998b) Facultative ant-plant interactions: nectar sugar preferences of introduced pest ant species in south Florida. *Biotropica* 20(2): 179-189.
- LOPES, B. C. (1984) Aspectos da ecologia de membracideos (Insecta: Homoptera) em vegetação de cerrado do Estado de São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado. Unicamp, Campinas.
- LORENZI, H. (1982) *Plantas daninhas do Brasil, terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais*. Ed. Plantarum Ltda, 2º ed, 392p.
- MARQUIS, R. J. (1984) Leaf herbivores decrease fitness of a tropical plant. *Science* 226: 537-539.

- MESSINA, F. J. (1981) Plant protection as a consequence of ant-membracid mutualism: interactions on Goldenrod (*Solidago* sp). *Ecology* 62: 1433-1440.
- O'DOWD, D. J. & HAY, M.E. (1980) Mutualism between harvester ants and a desert ephemeral: seed escape from rodents. *Ecology* 61: 531-540.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. & OLIVEIRA, L. C. A. (1988) Biologia floral de *Solanum lycocarpum* St. Hil (Solanaceae) em Lavras, MG. *Revta. brasil. Bot.* 11: 23-32.
- OLIVEIRA, P. S. & BRANDÃO, C. R. F. (1991) The ant community associated with extrafloral nectaries in the brazilian cerrados. In: Huxley, C. R. & Cutler, D. F. (eds.): *Ant-plant interactions*, Oxford University Press, Oxford, p. 182-212.
- OLIVEIRA, P. S. (1997) The ecological function of extrafloral nectaries: herbivore deterrence by visiting ants and reproductive output in *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae). *Functional Ecology* 11:323-330.
- PRICE, W. P. (1980) Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 11: 41-65.
- ROSA, R., LIMA, S. C. & ASSUNÇÃO, W. L. (1991) Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia, MG. *Sociedade e Natureza* 3: 91-108.
- RICO-GRAY, V. (1993) Use of plant-derived food resources by ants in the Dry Tropical Lowlands of Coastal Veracruz, Mexico. *Biotropica* 25(3): 301-315.

- RICO-GRAY, V.; GARCÍA-FRANCO, J.G.; PALACIOS-RIOS, M.; DÍAZ-CASTELAZO, C.; PARRA-TABLA, V. & NAVARRO, J. A. (1998) Geographical and seasonal variation in the richness of ant-plant interactions in Mexico. *Biotropica* 30(2): 190-200.
- WAY, M. J. (1954) Studies on the association of the ant *Oecophylla longinoda* (Lat.) with the scale insect *Saissetia zanzibarensis* Williams (Coccoidae). *Bull. Entomol. Res.* 45: 113-134.
- WAY, M. J. (1963) Mutualism between ants and honeydew-producing Homoptera. *Annu. Rev. Entomol.* 8: 307-344.
- WHEELER, W. M. (1910) *Ants, their structure, development and behaviour*. Columbia University Press, New York.
- WILSON, E. O. (1971) *The insects societies*, Belknap Press, Cambridge.